

(11) JP-A No. H07-325272

(43) Publication Date: December 12, 1995

(21) Application Number: Japanese Patent Application No.

06-140786

(22) Filing Date: May 31, 1994

(71) Applicant: 000004112

Nikon Corporation

3-2-3 Marunouchi, Chiyoda ward, Tokyo Prefecture

(72) Inventor: Kenzaburo Suzuki

1-6-3 Nishioi, Shinagawa ward, Tokyo Prefecture

Nikon Corporation Oi department

[p.6, Upper left column, line 10-25]

The zoom lens illustrated in Fig. 1 is constituted by a first lens group G1 consisting of a negative meniscus lens with a convex surface oriented to the object and a lens having convex shapes at the both sides and a positive meniscus lens with a convex surface oriented to the object, a lens group G21 in a second lens group consisting of an attached lens consisting of a positive meniscus lens with a concave surface oriented to the object and a lens having concave shapes at the both sides and a lens having concave shapes at the both sides, a lens group G22 in the second lens group consisting of a lens having concave shapes at the both sides and an attached lens consisting of a lens having concave shapes at the both sides and a positive

meniscus lens with a convex surface oriented to the object, a third lens group G3 consisting of a lens having convex shapes at the both sides and an attached lens consisting of a lens having convex shapes at the both sides and a negative meniscus lens a concave surface oriented to the object, and a fourth lens group G4 consisting of a positive meniscus lens with a convex surface oriented to the object, a positive meniscus lens with a convex surface oriented to the object, a negative meniscus lens with a convex surface oriented to the object, a lens having convex shapes at the both sides, a negative meniscus lens with a concave surface oriented to the object, which are placed in the mentioned order from the object side.

ZOOM LENS HAVING VIBRATIONPROOF FUNCTION

Patent Number: JP7325272

Publication date: 1995-12-12

Inventor(s): SUZUKI KENZABURO

Applicant(s): NIKON CORP

Requested Patent: JP7325272

Application Number: JP19940140786 19940531

Priority Number(s):

IPC Classification: G02B27/64; G02B15/16

EC Classification:

Equivalents: JP3536128B2

Abstract

PURPOSE: To provide a high-performance zoom lens which is applicable as a lens for general photography by assuring a required back focus and zoom ratio, has a vibrationproof function and permits internal focusing as well.

CONSTITUTION: This zoom lens has, successively from an object side, at least a first lens group G1 having a positive refracting power, a second lens group G2 having a negative refracting power and a third lens group G3 having a positive refracting power. The spacing between the first lens group G1 and the second lens group G2 increases and the spacing between the second lens group G2 and the third lens group G3 changes at the time of variable magnification from a wide angle end to a telephoto end. The second lens group G2 has, successively from the object side, at least a lens group G21 having a negative refracting power and a lens group G22 having a negative refracting power. The zoom lens has a displacement means for proofing vibration by moving the lens group G22 in the second lens group in a direction nearly orthogonal with the optical axis. The zoom lens is so constituted as to satisfy conditions $1.0 < f22/f2 < 5.0$ when the focal length of the second lens group G2 is defined as f2 and the focal length of the lens group G22 in the second lens group as f22.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(51) Int.Cl.⁶
G 0 2 B 27/64
15/16

識別記号 庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 6 FD (全 14 頁)

(21)出願番号 特願平6-140786
(22)出願日 平成6年(1994)5月31日

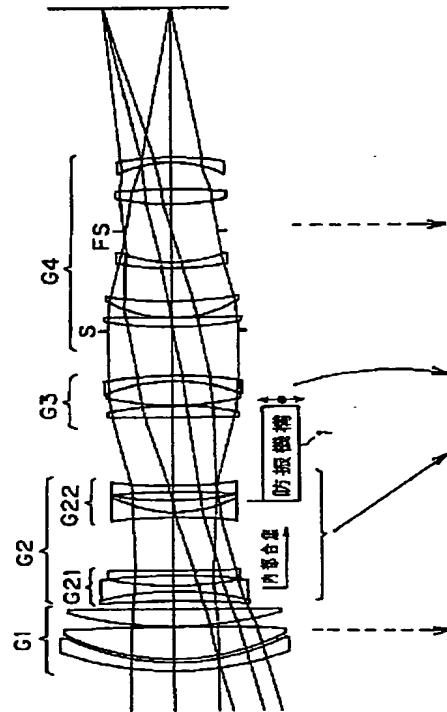
(71)出願人 000004112
株式会社ニコン
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号
(72)発明者 鈴木 勝三郎
東京都品川区西大井1丁目6番3号 株式
会社ニコン大井製作所内
(74)代理人 弁理士 山口 孝雄

(54)【発明の名称】 防振機能を備えたズームレンズ

(57)【要約】

【目的】 所要のバックフォーカスおよびズーム比を確保して一般写真用のレンズとして応用可能であり、防振機能を備え、内部合焦も可能な高性能ズームレンズを提供すること。

【構成】 本発明の防振機能を備えたズームレンズは、物体側より順に、少なくとも正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、正の屈折力を有する第3レンズ群G3とを備え、広角端から望遠端への変倍時には、前記第1レンズ群G1と前記第2レンズ群G2との間隔は増大し、前記第2レンズ群G2と前記第3レンズ群G3との間隔は変化し、前記第2レンズ群G2は、物体側から順に、少なくとも負の屈折力を有するレンズ群G22と有し、前記第2レンズ群中のレンズ群G22を光軸とほぼ直交する方向に移動させて防振するための変位手段を備え、前記第2レンズ群の焦点距離をf2とし、前記第2レンズ群中のレンズ群G22の焦点距離をf22としたとき、 $1.0 < f22/f2 < 5.0$ の条件を満足する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側より順に、少なくとも正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、正の屈折力を有する第3レンズ群G3とを備え、広角端から望遠端への変倍時には、前記第1レンズ群G1と前記第2レンズ群G2との間隔は増大し、前記第2レンズ群G2と前記第3レンズ群G3との間隔は変化し、

前記第2レンズ群G2は、物体側から順に、少なくとも負の屈折力を有するレンズ群G21と負の屈折力を有するレンズ群G22とを有し、

前記第2レンズ群中のレンズ群G22を光軸とほぼ直交する方向に移動させて防振するための変位手段を備え、前記第2レンズ群の焦点距離をf2とし、前記第2レンズ群中のレンズ群G22の焦点距離をf22としたとき、

$$1.0 < f_{22}/f_2 < 5.0$$

の条件を満足することを特徴とする防振機能を備えたズームレンズ。

【請求項2】 前記第1レンズ群G1の焦点距離をf1とし、前記第2レンズ群G2の焦点距離をf2とし、前記第2レンズ群中のレンズ群G22の焦点距離をf22とし、前記第2レンズ群中のレンズ群G22の防振における最大変位量の大きさを△Smaxとしたとき、

$$\Delta S_{max} / |f_{22}| < 0.1$$

$$0.15 < |f_2|/f_1 < 0.5$$

の条件を満足することを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。

【請求項3】 前記第2レンズ群中のレンズ群G21を光軸に沿って移動させることにより近距離物体への合焦を行い、

前記第2レンズ群G2の焦点距離をf2とし、前記第2レンズ群中のレンズ群G21の焦点距離をf21とし、前記第2レンズ群中のレンズ群G21の合焦における移動量の大きさを△としたとき、

$$1.0 < f_{21}/f_2 < 5.0$$

$$0.06 < \Delta / |f_{21}| < 0.3$$

の条件を満足することを特徴とする請求項1または2に記載のズームレンズ。

【請求項4】 前記第2レンズ群中のレンズ群G22の焦点距離をf22とし、前記第2レンズ群中のレンズ群G22中の最も物体側の負レンズの像側の面の曲率半径をrとし、前記第2レンズ群中のレンズ群G22の光軸に沿った長さをlとし、前記第2レンズ群中のレンズ群G22のペッジバール和をφ22とし、広角端におけるレンズ全系の焦点距離をfwとしたとき、

$$-30 < r / |f_{22}| < 10$$

$$L/fw < 0.5$$

$$-0.03 < \phi_{22} < -0.002$$

の条件を満足することを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載のズームレンズ。

【請求項5】 前記第2レンズ群中のレンズ群G22中の最も物体側の負レンズの屈折率をN-とし、前記第2レンズ群中のレンズ群G22中の最も物体側の負レンズのアッペ数をv-としたとき、

$$1.5 < N-$$

$$4.5 < v-$$

の条件を満足することを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項に記載のズームレンズ。

【請求項6】 前記第2レンズ群G22が防振のために光軸とほぼ直交する方向に移動する際に不用な光線を遮蔽するための固定のフレア絞りを光軸上に備えていることを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項に記載のズームレンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は防振機能を備えたズームレンズに関し、特に防振機能を備えた内部合焦式ズームレンズに関する。

【0002】

【従来の技術】 従来の防振機能を備えたズームレンズには、特開平1-189621号公報および特開平1-191113号公報に示すように、2群以上のレンズ群で構成されるズームレンズにおいて第1レンズ群または第4レンズ群を光軸を横切る方向に変位させて結像状態を補正するズームレンズや、特開平1-284823号公報に示すように、変倍動作時に固定された第1レンズ群中の一部のレンズ群を光軸を横切る方向に変位させて結像状態を補正するズームレンズが開示されている。なお、本明細書において、全部または一部のレンズ群を光軸とほぼ直交する方向に移動させて手振れ等に起因する像位置の変動を補正することを「防振」という。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記のような従来の技術は、いわゆるコンパクトカメラ等の小型カメラに使用することを想定したものであり、いわゆる一眼レフ等のレンズとして利用するには、次のような不都合がある。まず、従来例の構成を一眼レフ用のレンズにそのまま応用すると、一般的に要求されるバックフォーカスを充分確保することができないという不都合があった。さらに、従来例に示される構成のズームレンズでは大きなズーム比がとれない。したがって、いわゆる一眼レフ用の交換レンズとして市販されているズームレンズと同等のズーム比を有し且つ防振機能を備えたズームレンズを製作することができないという不都合があつた。

【0004】 本発明は、前述の課題に鑑みてなされたものであり、所要のバックフォーカスおよびズーム比を確保して一般写真用のレンズとして応用可能であり、防振

機能を備え、内部合焦も可能な高性能ズームレンズを提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決するためには、本発明においては、物体側より順に、少なくとも正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、正の屈折力を有する第3レンズ群G3とを備え、広角端から望遠端への変倍時には、前記第1レンズ群G1と前記第2レンズ群G2との間隔は増大し、前記第2レンズ群G2と前記第3レンズ群G3との間隔は変化し、前記第2レンズ群G2は、物体側から順に、少なくとも負の屈折力を有するレンズ群G21と負の屈折力を有するレンズ群G22とを有し、前記第2レンズ群中のレンズ群G22を光軸とほぼ直交する方向に移動させて防振するための変位手段を備え、前記第2レンズ群の焦点距離をf2とし、前記第2レンズ群中のレンズ群G22の焦点距離をf22としたとき、

$$1.0 < f_{22}/f_2 < 5.0$$

の条件を満足することを特徴とする防振機能を備えたズームレンズを提供する。

【0006】本発明の好ましい態様によれば、前記第1レンズ群G1の焦点距離をf1とし、前記第2レンズ群G2の焦点距離をf2とし、前記第2レンズ群中のレンズ群G22の焦点距離をf22とし、前記第2レンズ群中のレンズ群G22の防振時における最大変位量の大きさを△Smaxとしたとき、

$$\Delta S_{max} / |f_{22}| < 0.1$$

$$0.15 < |f_2|/f_1 < 0.5$$

の条件を満足する。

【0007】

【作用】本発明は、一般写真用カメラに利用することのできる防振機能を備えたズームレンズであり、物体側から順に、少なくとも正、負、正の屈折力のレンズ群を有*

$$1.0 < f_{22}/f_2 < 5.0 \quad (1)$$

ここで、

f2 : 第2レンズ群G2の焦点距離

f22 : 第2レンズ群中のレンズ群G22の焦点距離

【0011】条件式(1)は、防振レンズ群である第2レンズ群中のレンズ群G22の焦点距離について適切な焦点距離の範囲を第2レンズ群G2全体の焦点距離f2との比で定めたものである。条件式(1)の上限値を上回ると、第2レンズ群中のレンズ群G22の屈折力が弱くなり過ぎて、球面収差が負(-)に過大となり易いばかりでなく、ペツツバール和がプラス方向に変移しやすくなるため好ましくない。

【0012】逆に、条件式(1)の下限値を下回ると、第2レンズ群中のレンズ群G22の屈折力が強くなり過*

$$\Delta S_{max} / |f_{22}| < 0.1 \quad (2)$$

$$0.15 < |f_2|/f_1 < 0.5 \quad (3)$$

ここで、

*する。そして、第2レンズ群G2の一部のレンズ群(G22)を光軸と直交する方向に移動させることにより結像位置を光軸に垂直な方向に適宜変化させて手振れ等に起因する結像状態の変動を補正する方式の防振機能を備えている。このように、物体側から順に、少なくとも正、負、正の屈折力のレンズ群を有するズームレンズは、標準域や望遠域において広く用いられており、その結像性能は十分に実用的な水準にあることが知られている。

【0008】本発明では、ズームレンズの防振機能の手法として、レンズ群またはその一部のレンズを防振変位手段によって光軸とほぼ直交する方向に移動させることにより、カメラの揺れや振動に起因する結像状態の変動を補正する方式を採用している。この方式で実用的なズームレンズを得ようとする場合には、防振変位手段が小型で機構的に簡素であることが肝要である。そのためには、ズームレンズを構成している全部のレンズ群で防振を行うよりは一部のレンズ群で防振を行うほうが、防振機構の小型化および簡素化のために好ましいのは明らかである。

【0009】したがって、本発明では、第2レンズ群G2中の一部のレンズ群、すなわち第2レンズ群中のレンズ群G22を、防振レンズ群(防振変位手段によって光軸直交方向に移動するレンズ群)としている。上述のようなレンズ構成では、ズームレンズを構成するレンズ群のうち第2レンズ群の口径を最も小さくすることができる。したがって、防振機能を付加してもレンズの外径(鏡筒径)が大型化することなく、ズームレンズの小型化を図るためにも有利である。

【0010】以下、本発明の各条件式について説明する。上述のような構成を有する本発明のズームレンズでは、次の条件式(1)を満足する。

※さて、球面収差が正(+)に過大となり易いばかりでなく、ペツツバール和がマイナス方向に変移し易くなる。いずれの場合も優れた結像特性を得る上で不都合である。さらに、第1レンズ群G1を通る主光線が光軸から大きく離れることとなるので、第1レンズ群G1の口径の増大を招くこととなる。このため、本発明の目的の1つであるズームレンズの小型化の要請に反してしまう。なお、さらに良好な結像性能を得るには、条件式(1)の下限値を1.7程度とし、条件式(1)の上限値を2.8程度とするのが望ましい。

【0013】さらに良好な結像性能を得るには、上述の条件に加えて次の条件式(2)および(3)を満足するのが好ましい。

50 ΔS_{max} : 第2レンズ群中のレンズ群G22の防振時に

における最大変位量の大きさ

f_1 : 第1レンズ群G1の焦点距離

【0014】条件式(2)は、第2レンズ群中のレンズ群G22の防振時における光軸直交方向の移動量を規定するものである。条件式(2)の上限値を上回ると、防振時における第2レンズ群中のレンズ群G22の移動量が大きくなり、防振時の収差変動量が大きくなり過ぎて、収差補正を行なうことができなくなる。特に、像面上の周辺位置において、 m (メリディオナル) 方向の最良像面と s (サジタル) 方向の最良像面との光軸方向の差が拡がり不都合である。さらに、防振時における第2レンズ群中のレンズ群G22の移動量の増大に応じて防振のための駆動機構が大きくなるので、ズームレンズ鏡筒の大型化を招き好ましくない。なお、条件式(2)の上限値を0.05とすれば、さらに良好な収差補正を行なうことが可能になる。

【0015】さらに、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との屈折力配分も重要である。条件式(3)は、第*

$$1.0 < f_{21}/f_2 < 5.0 \quad (4)$$

$$0.06 < \Delta/|f_{21}| < 0.3 \quad (5)$$

ここで、

f_{21} : 第2レンズ群中のレンズ群G21の焦点距離

Δ : 合焦時における第2レンズ群中のレンズ群G21の光軸上の移動量の大きさ

【0018】条件式(4)は、内部合焦のために光軸に沿って移動可能な第2レンズ群中のレンズ群G21の適切な焦点距離の範囲を第2レンズ群G2全体の焦点距離 f_2 との比で定めたものである。条件式(4)の上限値を上回ると、第2レンズ群中のレンズ群G21の屈折力が弱くなり過ぎて、球面収差が負(-)に過大となるばかりでなく、ペッツバール和がプラス方向に変移しやすくなるため不都合である。また、近距離合焦時の第2レンズ群中のレンズ群G21の移動量が、ある一定の撮影距離を考えた場合に大きくなる傾向にある。このため、収差の変動、特に球面収差の変動が大きくなりすぎて、良好な結像性能は得られない。

【0019】逆に、条件式(4)の下限値を下回ると、第2レンズ群中のレンズ群G21の屈折力が強くなり過ぎて、球面収差が正(+)に過大となりがちで、ペッツバール和がマイナス方向に変移し易くなり、何れも優れた結像特性を得る上で不都合である。さらに、第1レンズ群G1を通る主光線が光軸から大きく離れるため、第1レンズ群G1の口径の増大を招き、ズームレンズの小※

$$-3.0 < r_-/|f_{22}| < 1.0 \quad (6)$$

$$L/f_w < 0.5 \quad (7)$$

$$-0.03 < \phi_{22} < -0.002 \quad (8)$$

た長さ

f_w : 広角端におけるレンズ全系の焦点距離

ϕ_{22} : 第2レンズ群中のレンズ群G22のペッツバ

ここで、

r_- : 第2レンズ群中のレンズ群G22中の最も物体側の負レンズの像側の面の曲率半径

L : 第2レンズ群中のレンズ群G22の光軸に沿つ

50 ル和

* 1レンズ群G1の焦点距離 f_1 と第2レンズ群G2の焦点距離 f_2 との比について適切な範囲を規定している。

条件式(3)の上限値を上回ると、第2レンズ群G2の焦点距離の大きさが第1レンズ群G1の焦点距離に対して大きくなり過ぎて、球面収差が負(-)に過大となるばかりでなく、ペッツバール和がプラス方向に変移しやすくなるため、良好な結像性能は得られない。

【0016】条件式(3)の下限値を下回ると、第2レンズ群G2の焦点距離の大きさが第1レンズ群G1の焦点距離に対して小さくなり過ぎて、球面収差が正(+)に過大となるばかりでなく、ペッツバール和がマイナス方向に変移しやすくなるため、良好な結像性能は得られない。なお、条件式(3)の下限値を0.2とし、条件式(3)の上限値を0.35とすれば、さらに良好な収差補正を行なうことが可能になる。

【0017】さらに、内部合焦式のズームレンズを構成するには、次の条件式(4)および(5)を満足するのが好ましい。

$$1.0 < f_{21}/f_2 < 5.0 \quad (4)$$

$$0.06 < \Delta/|f_{21}| < 0.3 \quad (5)$$

※型化の要請に反してしまう。また、近距離合焦時の収差の変動、特に像面湾曲の変動が大きくなりすぎて、良好な結像性能は得られない。なお、条件式(4)の下限値を1.7とし、条件式(4)の上限値を2.8とすれば、さらに良好な収差補正を行なうことが可能である。

【0020】条件式(5)式は、内部合焦時の第2レンズ群中のレンズ群G21の光軸上の移動量の大きさ Δ と第2レンズ群中のレンズ群G21の焦点距離の大きさ $|f_{21}|$ との比について適切な範囲を示したものである。条件式(5)の上限値を上回ると、第2レンズ群中のレンズ群G21の光軸上の移動量の大きさが大きくなり過ぎて、合焦のための駆動機構が複雑かつ大型となり易く、不都合である。また、内部合焦時の収差の変動、特に球面収差の変動が大きくなりすぎて、良好な結像性能は得られない。

【0021】逆に、条件式(5)の下限値を下回ると、第2レンズ群中のレンズ群G21の光軸上の移動量の大きさが小さくなり過ぎて、近距離合焦の能力が不足するので実用に向かなくなってしまう。また、球面収差が正側に大きくなる傾向となり、収差補正が困難となる。

【0022】さらに良好な性能を得るためにには、以下の条件式(6)乃至(8)を満足することが望ましい。

$$-3.0 < r_-/|f_{22}| < 1.0 \quad (6)$$

$$L/f_w < 0.5 \quad (7)$$

$$-0.03 < \phi_{22} < -0.002 \quad (8)$$

た長さ

f_w : 広角端におけるレンズ全系の焦点距離

ϕ_{22} : 第2レンズ群中のレンズ群G22のペッツバ

ル和

【0023】条件式(6)の範囲を逸脱すると、広角端における下側コマ収差の補正および像面湾曲の補正が困難となる。さらに、望遠端における球面収差の補正が難しくなる。なお、さらに優れた結像性能を得るには、条件式(6)の下限値を-20程度とし、条件式(6)の上限値を+5程度とするのが好ましい。

【0024】また、条件式(7)の範囲を逸脱すると、防振群である第2レンズ群中のレンズ群G22の全長(最も物体側の面から最も像側の面までの光軸に沿った長さ)が長くなりすぎて、レンズ構成が重くなりレンズ系の重量が増すとともに、防振機構の構造が大型化、複*

$$\begin{array}{ll} 1.5 < N- \\ 4.5 < v- \end{array}$$

ここで、

N- : 第2レンズ群中のレンズ群G22の最も物体側の負レンズの屈折率

v- : 第2レンズ群中のレンズ群G22の最も物体側の負レンズのアッペ数

【0027】条件式(9)の下限値を下回ると、望遠端での球面収差が正に過大となりやすく、ペツツバール和も負側に変移しやすくなる。その結果、良好な結像性能が得られなくなるため、不都合である。条件式(10)の下限値を下回ると、軸上色収差の発生が過大となり、その結果良好な結像性能が得られなくなるため、不都合である。

【0028】さらに、開口絞りとは別のフレア絞りを光軸に対して固定された状態で設けるのが好ましい。これは、第2レンズ群中のレンズ群G22が防振レンズ群であるため、第2レンズ群中のレンズ群G22が光軸と直交する方向に移動すると、その移動量によっては光軸から離れた周辺位置における光束が、その後側に位置する第3レンズ群G3に不要な光束となって入射してしまう場合があるからである。このような不要光は、たとえばゴーストや不要な露光等を発生させる。固定フレア絞りを設けることにより、こうした有害光の入射を回避することができる。

【0029】このフレア絞りの配置位置は特に限定されものではないが、第2レンズ群G2の物体側近傍位置に配置すれば最も効果的に不要光を排除することができる。その他の位置に配置された場合であっても、結像位置における不要光を有効に遮断することができればよい。本発明にかかるズームレンズにおいて、このようなフレア絞りは必須の構成要素ではないが、個別の設計条件等に応じて有効な機能を有する。また、第2レンズ群G2は変倍中、光軸に沿って固定としても可動としても良い。

【0030】実際にズームレンズを構成するにあたり、正屈折力の第1レンズ群G1、負屈折力の第2レンズ群G2および正屈折力の第3レンズ群からなる3群構成も可能である(第2実施例参照)。しかしながら、上記3

*雑化するので不都合である。

【0025】条件式(8)は、防振群である第2レンズ群中のレンズ群G22のペツツバール和の適正な範囲を示すものである。条件式(8)の範囲を逸脱すると、防振時に像面の湾曲が過大となって、画面全体に良好な結像性能を得ることが困難となる。

【0026】実際に防振群である第2レンズ群中のレンズ群G22を構成する場合、前述の諸条件に加えて、以下の条件式(9)および(10)を満たすことが望ましい。

(9)

(10)

群基本構成に正屈折力の第4レンズ群G4を付加して4群構成とすれば、本発明の要件を満たしつつ、ズーム比を大きくし、結像性能のさらに良好なズームレンズが得られることは第1実施例からも明かである。このように、正屈折力の第1レンズ群G1、負屈折力の第2レンズ群G2および正屈折力の第3レンズ群からなる3群基本構成に適当なレンズ群を付加しても、同様の性能を有するズームレンズを容易に得ることができる。したがって、上記3群基本構成に適当なレンズ群を付加したズームレンズも本発明の技術思想に含まれる。

【0031】第1レンズ群G1は、少なくとも1枚の両凸レンズと凹レンズとを含むことが望ましい。さらに、第2レンズ群中のレンズ群G21は、少なくとも1枚の凹レンズと凸レンズとを有することが望ましい。さらに、優れた近距離合焦性能を得るために、第2レンズ群中のレンズ群G21は少なくとも1枚の張り合わせレンズを有することが望ましい。そして、その張り合わせレンズは、d線($\lambda = 587.6 \text{ nm}$)に対する屈折率が1.6以上の凸レンズとアッペ数が40以上の凹レンズとで構成することが望ましい。

【0032】なお、本発明の防振レンズ群である第2レンズ群中のレンズ群G22内に非球面を採用することにより、さらに優れた結像性能を達成させることができる。また、第2レンズ群中のレンズ群G21内に非球面を採用することにより、さらに優れた近距離合焦結像性能を達成させることができる。さらに、第2レンズ群中のレンズ群G21とレンズ群G22との間隔が変倍中にわずかに変化するように構成すれば、中間焦点距離状態における像面の平坦性を良好に補正し、結像性能を向上させることができる。

【0033】

【実施例】本発明による防振機能を備えたズームレンズは各実施例において、物体側より順に、少なくとも正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、正の屈折力を有する第3レンズ群G3とを備え、広角端から望遠端への変倍時には、前記第1レンズ群G1と前記第2レンズ群G2との間隔は

増大し、前記第2レンズ群G2と前記第3レンズ群G3との間隔は変化し、前記第2レンズ群G2は、物体側から順に、少なくとも負の屈折力を有するレンズ群G21と負の屈折力を有するレンズ群G22とを有し、前記第2レンズ群中のレンズ群G22を光軸とほぼ直交する方向に移動させて防振するための変位手段を備えている。

【0034】以下、本発明の各実施例を、添付図面に基づいて説明する。

【実施例1】図1は、本発明の第1実施例にかかるズームレンズの構成を示す図である。図示のズームレンズは、物体側より順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ、両凸レンズおよび物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズからなる第1レンズ群G1と、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズと両凹レンズとの貼合わせレンズおよび両凹レンズからなる第2レンズ群中のレンズ群G21と、両凹レンズと物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとの貼合わせレンズおよび両凹レンズからなる第2レンズ群中のレンズ群G22と、両凸レンズ、および両凸レンズと物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズとの貼合わせレンズからなる第3レンズ群G3と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ、両凸レンズおよび物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズからなる第4レンズ群G4とから構成されている。

【0035】なお、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間には開口絞りSが、第4レンズ群G4中にはフ

レア絞りFSが設けられている。図1は、広角端における各レンズ群の位置関係を示しており、望遠端への変倍時には図中矢印で示すズーム軌道に沿って光軸上を移動する。ただし、第1レンズ群G1および第4レンズ群G4は変倍動作時に光軸方向に固定である。また、第2レンズ群中のレンズ群G22が変位手段である防振機構1によって光軸とほぼ直交する方向に適宜移動され、ズームレンズの振動に起因する像の揺れが補正されるようになっている。さらに、近距離物体への合焦に際し、第2レンズ群中のレンズ群G21が像側に移動する、いわゆる内部合焦が可能になっている。このように、実施例1は本発明を明るい望遠ズームレンズに適用したものであって、正負正の3群基本構成に正屈折力の第4レンズ群G4を付加した正負正の4群構成となっている。

【0036】次の表(1)に、本発明の実施例1の諸元の値を掲げる。表(1)において、fは焦点距離を、F_{No}はFナンバーを、2ωは画角を、Bfはバックフォーカスを表す。さらに、左端の数字は物体側からの各レンズ面の順序を、rは各レンズ面の曲率半径を、dは各レンズ面間隔を、n(D)はd線(λ=587.6nm)に対する屈折率を、n(G)はg線(λ=435.8nm)に対する屈折率を、νはアッペ数を示している。

【0037】

【表1】f=81.499~196

F_{No}=2.89~2.90

2ω=30.58°~12.24°

	r	d	n(D)	n(G)	ν
1	105.2818	2.600	1.86074	1.91065	23.01
2	73.3834	1.500			
3	74.6986	11.200	1.49782	1.50527	82.52
4	-742.4642	0.200			
5	122.3254	6.100	1.59319	1.60403	67.87
6	19679.1729	(d6=可変)			
7	-442.1590	3.900	1.86074	1.91065	23.01
8	-82.8938	2.000	1.69680	1.71232	55.60
9	111.0283	3.400			
10	-151.3186	1.800	1.74810	1.76589	52.30
11	556.6416	(d11=可変)			
12	-170.6938	1.600	1.51823	1.52915	58.90
13	40.4535	4.200	1.80458	1.84631	25.50
14	95.3166	3.100			
15	-205.0953	1.800	1.84042	1.86492	43.35
16	126.7950	(d16=可変)			
17	2174.3592	3.800	1.54814	1.56328	45.87
18	-104.4115	0.200			
19	88.0271	8.700	1.51860	1.52767	69.98
20	-48.5269	1.500	1.75520	1.79115	27.61
21	-140.3886	(d21=可変)			
22	100.9553	3.200	1.49782	1.50527	82.52

11

2 3	384.2836	0.500			
2 4	39.4781	5.400	1.49782	1.50527	82.52
2 5	110.2031	11.739			
2 6	81.6022	2.500	1.86074	1.91065	23.01
2 7	47.5405	20.450			
2 8	77.6612	5.100	1.71736	1.74922	29.46
2 9	-171.7242	9.271			
3 0	-36.2346	2.100	1.84042	1.86492	43.35
3 1	-84.6033	(B f)			

(変倍および合焦における可変間隔)

	広角端無限	望遠端無限	広角端至近	望遠端至近
f, β	81.49898	196.00000	-0.07408	-0.16592
d6	2.59529	37.47607	15.65570	49.62636
d11	18.69916	18.69916	5.63875	6.54888
d16	24.34301	3.17778	24.34301	3.17778
d21	17.34204	3.62649	17.34204	3.62649
B f	53.16268	53.16268	53.16268	53.16268

(条件対応値)

f 1 = 117.322

f 2 = -30.012

f 21 = -78.600

f 22 = -65.874

 $\Delta S_{max} = 1.0$ $\Delta = 13.060$

r = 95.317

L = 10.7

f w = 81.499

*	(1) f 22 / f 2	= 2.095
	(2) $\Delta S_{max} / f 22 $	= 0.0152
20	(3) f 2 / f 1	= 0.256
	(4) f 21 / f 2	= 2.195
	(5) $\Delta / f 21 $	= 0.166
	(6) r - / f 22	= 1.447
	(7) L / f w	= 0.131
	(8) $\phi 22$	= -0.00992
	(9) N-	= 1.51823
	(10) $\nu -$	= 58.90

(防振データ)

第2レンズ群中のレンズ群G 2 2

の光軸直交方向の移動量 (mm)

像の移動量 (mm)

(負符号は、防振レンズの移動方向と像の移動方向が逆であることを示す)

【0038】図2および図3は、それぞれ広角端での無限遠合焦状態における諸収差図および望遠端での無限遠合焦状態における諸収差図である。また、図4および図5は、それぞれ広角端での至近距離合焦状態（撮影倍率 $\beta = -0.074$ ）における諸収差図および望遠端での至近距離合焦状態（撮影倍率 $\beta = -0.166$ ）における諸収差図である。各収差図において、F_{No}はFナンバーを、Yは像高を、Dはd線（ $\lambda = 587.6 \text{ nm}$ ）をそれぞれ示している。また、非点収差を示す収差図において実線はサジタル像面を示し、破線はメリディオナル像面を示している。各収差図から明らかのように、本実施例では、防振時も含めて諸収差が良好に補正されていることがわかる。

【0039】【実施例2】図6は、本発明の第2実施例にかかるズームレンズの構成を示す図である。図示のズームレンズは、物体側より順に、物体側に凸面を向けた

広角端 望遠端

1.000	1.000
-1.171	-1.616

正メニスカスレンズ、および物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと両凸レンズとの貼合わせレンズからなる第1レンズ群G 1と、両凹レンズと物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとの貼合わせレンズからなる第2レンズ群中のレンズ群G 2 1と、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズからなる第2レンズ群中のレンズ群G 2 2と、両凸レンズ、および両凸レンズと物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズとの貼合わせレンズ、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ、および物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズからなる第3レンズ群G 3とから構成されている。

【0040】なお、第3レンズ群G 3中には、図示のように開口絞りSおよびフレア絞りF Sが設けられている。図6は、広角端における各レンズ群の位置関係を示しており、望遠端への変倍時には図中矢印で示すズーム軌道に沿って光軸上を移動する。ただし、第2レンズ群G 2は変倍動作時に光軸方向に固定である。また、第2

レンズ群中のレンズ群G22が変位手段である防振機構1によって光軸とほぼ直交する方向に適宜移動され、ズームレンズの振動に起因する像の揺れが補正されるようになっている。さらに、近距離物体への合焦に際し、第2レンズ群中のレンズ群G21が像側に移動する、いわゆる内部合焦が可能になっている。このように、実施例2も本発明を望遠ズームレンズに適用したものであるが、第1実施例とは異なり正負正の3群基本構成となっている。

【0041】次の表(2)に、本発明の実施例2の諸元の値を掲げる。表(2)において、fは焦点距離を、F*

	r	d	n (D)	n (G)	v
1	132.8387	4.000	1.51680	1.52669	64.12
2	3064.5789	0.115			
3	88.6525	2.000	1.80458	1.84634	25.49
4	50.6836	5.000	1.51680	1.52669	64.12
5	-399.3308	(d5= 可変)			
6	-140.8889	1.200	1.69680	1.71232	55.60
7	23.1440	3.500	1.84666	1.89415	23.82
8	50.7877	(d8= 可変)			
9	-45.6950	1.000	1.65160	1.66538	58.54
10	-996.6608	(d10= 可変)			
11	-106.2788	5.175	1.50137	1.51239	56.46
12	-48.1738	0.230			
13	84.4967	6.095	1.51860	1.52766	70.08
14	-36.8351	1.610	1.75520	1.79112	27.64
15	-642.3547	0.920			
16	32.6932	4.140	1.71300	1.72941	53.97
17	52.1070	46.230			
18	-18.8960	2.415	1.76684	1.78745	46.76
19	-53.3018	0.230			
20	-227.2534	3.220	1.72825	1.76206	28.34
21	-37.5483	(B f)			

(変倍および合焦における可変間隔)

	広角端無限	望遠端無限	広角端至近	望遠端至近
f, β	85.50001	190.99870	-0.03421	-0.07225
d5	1.40534	33.15772	10.04287	38.61073
d8	13.00000	13.00000	4.36247	7.54699
d10	21.60933	5.55854	21.60933	5.55854
B f	45.96627	62.01706	45.96627	62.01706

(条件対応値)

f1 = 119.099

f2 = -31.843

f21 = -66.102

f22 = -73.528

$\Delta S_{max} = 0.3$

$\Delta = 8.637$

r = -996.660

L = 1.0

f w = 85.500

*NoはFナンバーを、2ωは画角を、Bfはバックフォーカスを表す。さらに、左端の数字は物体側からの各レンズ面の順序を、rは各レンズ面の曲率半径を、dは各レンズ面間隔を、n(D)はd線($\lambda = 587.6\text{nm}$)に対する屈折率を、n(G)はg線($\lambda = 435.8\text{nm}$)に対する屈折率を、vはアッペ数を示している。

【0042】

【表2】f = 85.000 ~ 191

FNo = 4.73 ~ 5.59

2ω = 28.96° ~ 12.66°

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

15
(防振データ)

第2レンズ群中のレンズ群G22
の光軸直交方向の移動量 (mm)
像の移動量 (mm)

(負符号は、防振レンズの移動方向と像の移動方向が逆であることを示す)

【0043】図7および図8は、それぞれ広角端での無限遠合焦状態における諸収差図および望遠端での無限遠合焦状態における諸収差図である。また、図9および図10は、それぞれ広角端での至近距離合焦状態（撮影倍率 $\beta = -0.034$ ）における諸収差図および望遠端での至近距離合焦状態（撮影倍率 $\beta = -0.072$ ）における諸収差図である。各収差図において、FNoはFナンバーを、Yは像高を、Dはd線 ($\lambda = 587.6 \text{ nm}$) をそれぞれ示している。また、非点収差を示す収差図において実線はサジタル像面を示し、破線はメリディオナル像面を示している。各収差図から明らかなように、本実施例では、防振時も含めて諸収差が良好に補正されていることがわかる。

【0044】なお、上述の実施例では、第2レンズ群G2が第2レンズ群中のレンズ群G21および第2レンズ群中のレンズ群G22からなる構成を示したが、負の屈折力を有するレンズ群G21と負の屈折力を有するレンズ群G22とにさらに適当なレンズ群を加えて第2レンズ群G2を構成することもできる。

【0045】

【効果】以上説明したように、本発明のズームレンズでは、小型軽量で、内部合焦が可能な、写真用およびビデオ用等に好適なズームレンズを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例にかかるズームレンズの構成を示す図である。

【図2】図1の第1実施例の広角端での無限遠合焦状態

	広角端	望遠端
	0. 300	0. 300
	-0. 345	-0. 523

における諸収差図である。

【図3】図1の第1実施例の望遠端での無限遠合焦状態における諸収差図である。

【図4】図1の第1実施例の広角端での至近距離合焦状態における諸収差図である。

【図5】図1の第1実施例の望遠端での至近距離合焦状態における諸収差図である。

【図6】本発明の第2実施例にかかるズームレンズの構成を示す図である。

【図7】図6の第2実施例の広角端での無限遠合焦状態における諸収差図である。

【図8】図6の第2実施例の望遠端での無限遠合焦状態における諸収差図である。

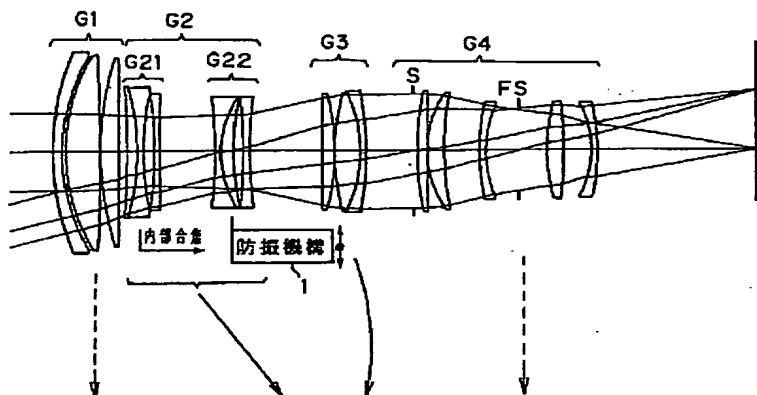
【図9】図6の第2実施例の広角端での至近距離合焦状態における諸収差図である。

【図10】図6の第2実施例の望遠端での至近距離合焦状態における諸収差図である。

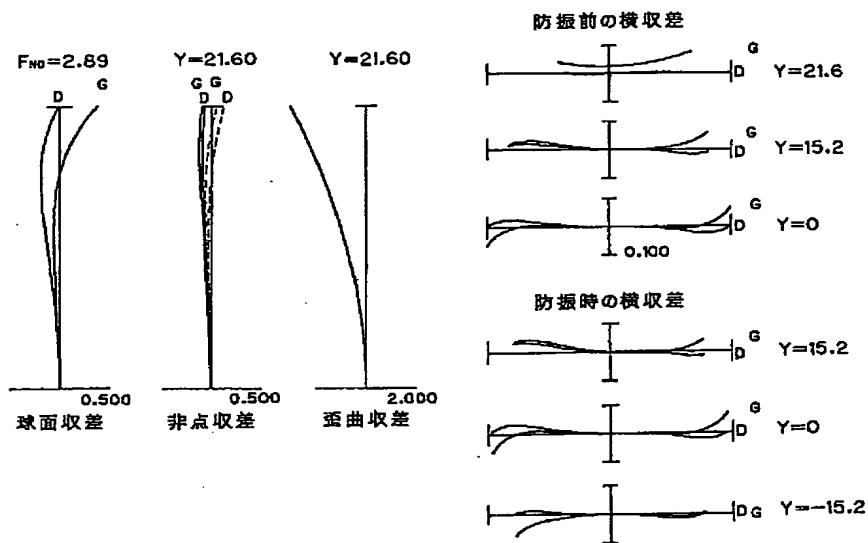
【符号の説明】

G 1	第1レンズ群
G 2	第2レンズ群
G 21	第2レンズ群中の最も物体側の負の屈折力を有するレンズ群
G 22	第2レンズ群中の負の屈折力を有する防振レンズ群
G 3	第3レンズ群
G 4	第4レンズ群
1	変位手段（防振機構）
S	開口絞り
FS	固定フレア絞り

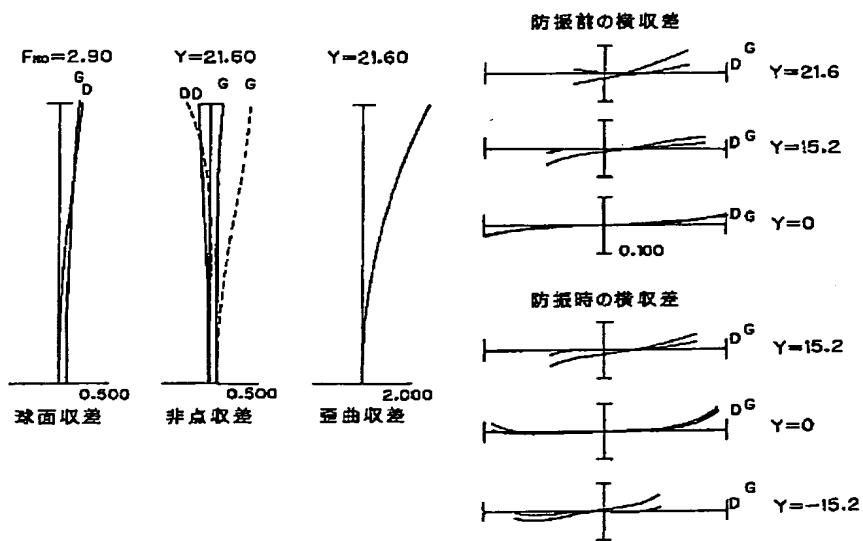
【図1】



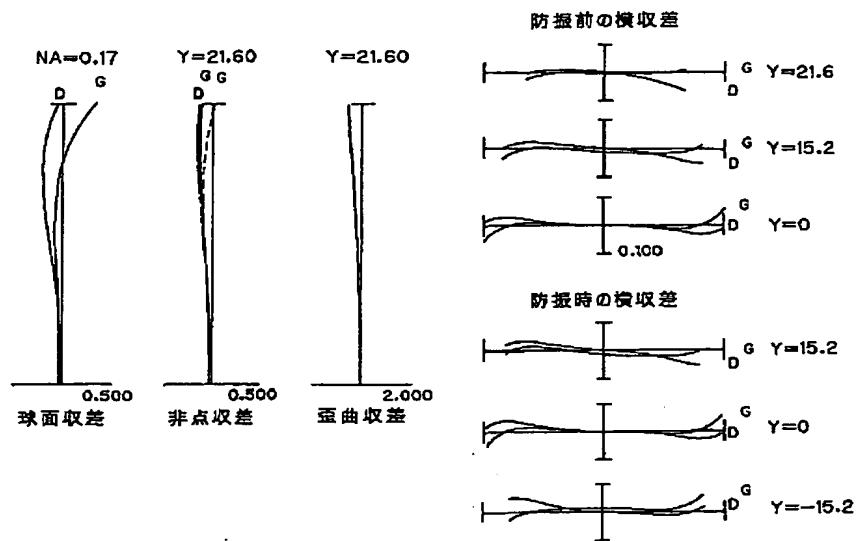
【図2】



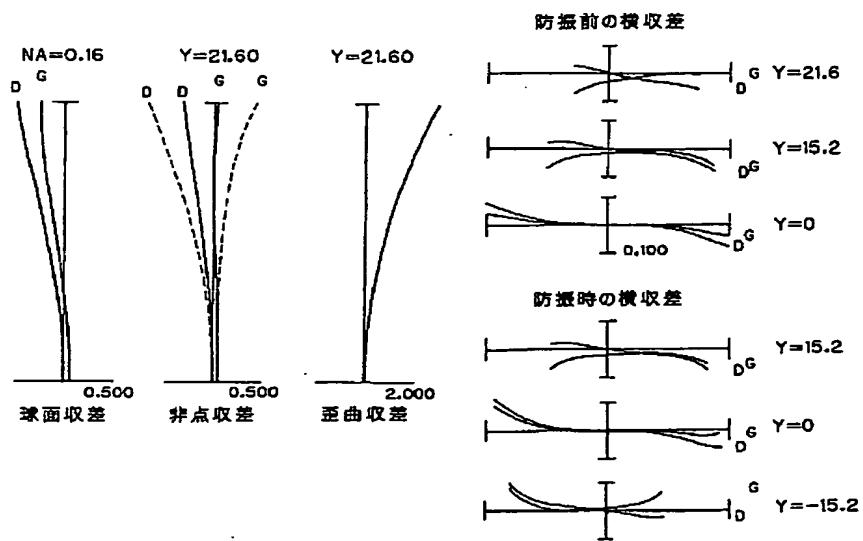
【図3】



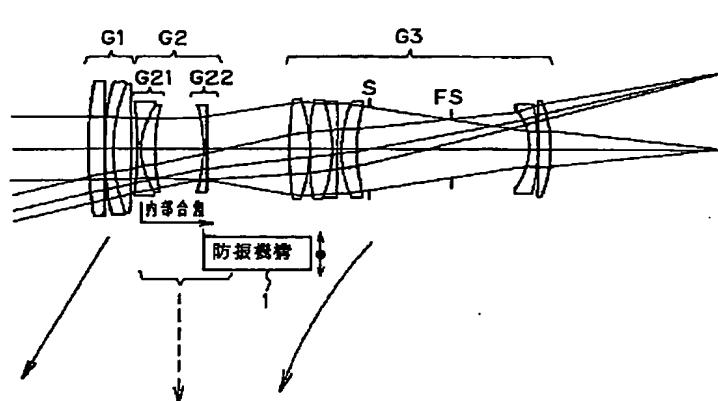
【図4】



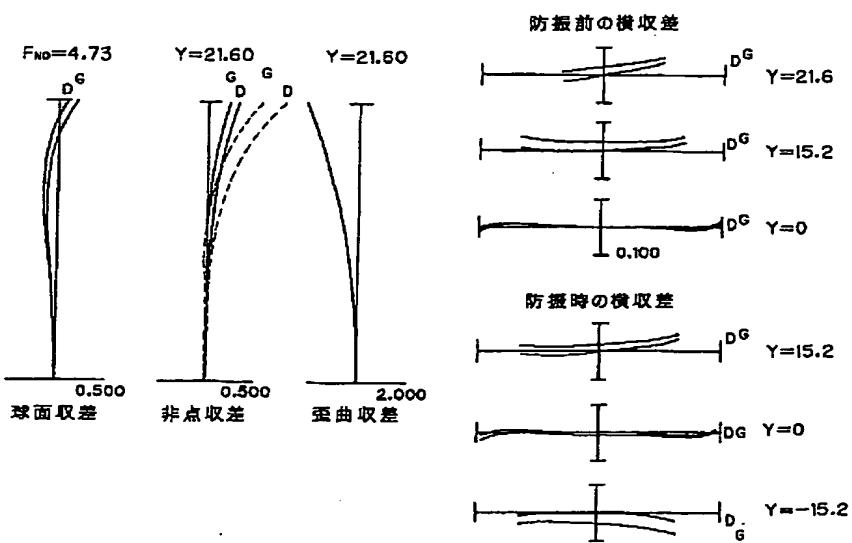
【図5】



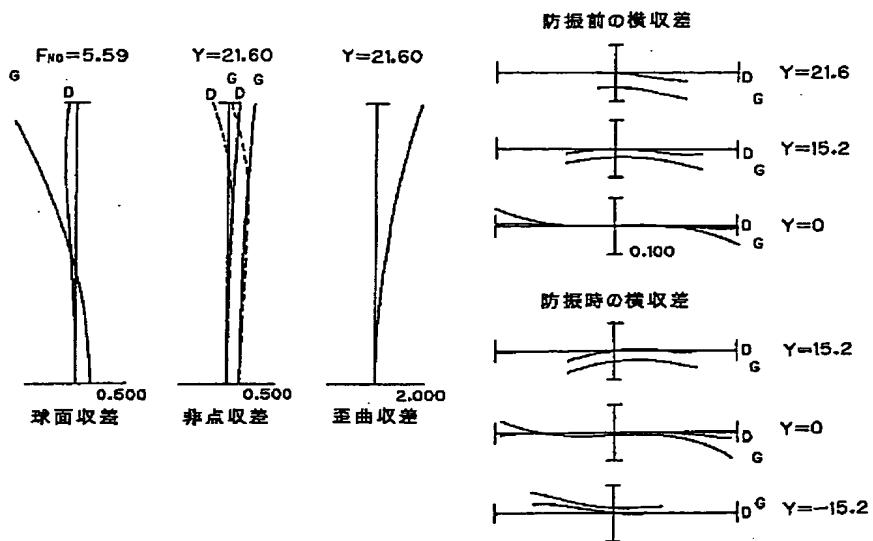
【図6】



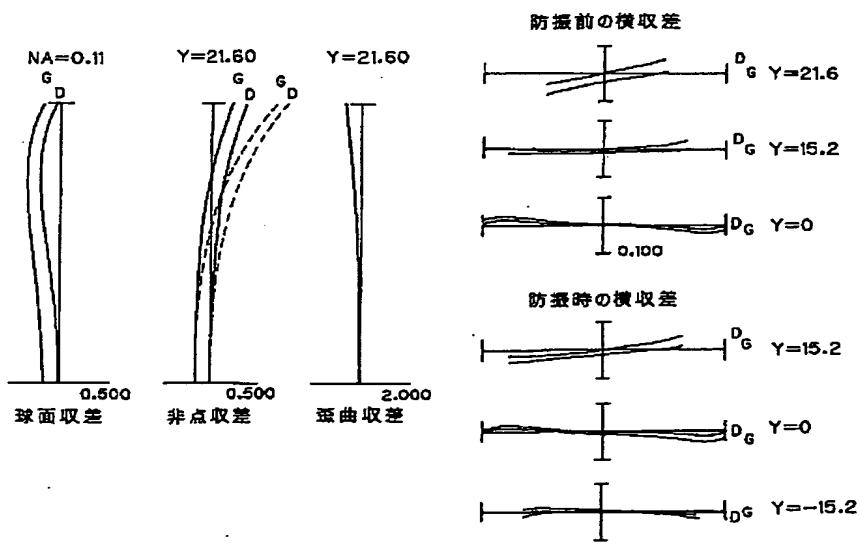
【図7】



【図8】



【図9】



【図10】

